

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

**«Утверждаю»
Председатель Ученого совета,
ректор, академик НАН РК
Газалиев А.М.**

« ____ » _____ 2012 г.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ СТУДЕНТА
(SYLLABUS)**

Дисциплина ММТР 3218 «Математическое моделирование
технологических процессов»

Модуль SAPR 23 «Системы автоматизированного проектирования»

Специальность 5В071200 «Машиностроение»

Институт Машиностроения

Кафедра «Технология машиностроения»

Предисловие

Программа обучения по дисциплине для студента (syllabus) разработана:
ст. преподавателем, к.т.н. Уалиевым Д.Ш., ст. преподавателем Тидой О.В.

Обсуждена на заседании кафедры «Технология машиностроения»
Протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ « ____ » _____ 20__ г.
(подпись)

Одобрена методическим бюро Института Машиностроения
Протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель _____ « ____ » _____ 20__ г.
(подпись)

Сведения о преподавателе и контактная информация

Уалиев Дани Шайтмахметович, к.т.н., ст. преподаватель кафедры ТМ,
Тида Ольга Владимировна, ст.преподаватель кафедры ТМ.

Кафедра «Технология машиностроения» находится в главном корпусе КарГТУ (Б.Мира, 56), аудитория 334, контактный телефон (56-59-35) доп.1056, факс 56-03-28, электронный адрес E-mail: www.kstu.kz

Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов/ESTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРС	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
5	2/3	15	-	15	30	60	30	90	Письменный опрос

Характеристика дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование технологических процессов» входит в цикл базовых дисциплин (компонент по выбору) и ставит целью изучение задач математического моделирования технологических процессов механической обработки деталей; элементы теории графов; синтез маршрутов обработки; теории расписаний; аналогии компонентных и топологических уравнений; математическое моделирование на микро, макро и мета – уровнях; математическая статистика в технологии машиностроения.

Цель дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими основами и объективными закономерностями математического моделирования технологических процессов.

Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие: дать студенту представления о теоретических основах и объективных закономерностях математического моделирования технологических процессов, их составных элементов; принципиальные основы разработки математической модели; методику разработки математической модели; постановка задачи синтеза маршрута обработки детали.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны: иметь представление:

- об основных направлениях в математическом моделировании технологических процессов;
- о методах математического моделирования;
- об элементах теории графов;

- о постановке задачи синтеза маршрута обработки детали;
- о задачах оптимизации;
- о математическое моделирование на –микро, -макро и метауровнях.

Знать:

- основные принципы и этапы построения математических моделей в машиностроительном производстве;
- виды математических моделей для решения различных задач, возникающих при проектировании технологических процессов и в машиностроительном производстве;
- методы решения задач математического моделирования.

Уметь:

- применять полученные знания на практике.

Приобрести практические навыки:

- построения и анализа математических моделей;
- работы с прикладными программами и их применения к решению задач моделирования.

Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1. Информационные технологии в машиностроении (модуль «Инженерная графика и информационные технологии»)	Жизненный цикл изделия (продукции) и его составляющие. Моделирование в CALS-технологиях Современные системы автоматизации: CAD/CAM/CAE системы
2. Модуль «Машинная графика»	Твердотельное моделирование. Проектирование наукоемких изделий.

Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов», используются при освоении дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов» и при выполнении специальной части дипломного проекта (работы).

Тематический план дисциплины

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1 Основные понятия и определения в области математического моделирования процессов машиностроения	1			1	1

2 Классификация и иерархия математических моделей			1	1	1
3 Методы построения ММ технологических объектов	1		2	2	2
4 Особенности построения структуры математических моделей технологических процессов	1			2	2
5 Элементы теории графов	1			1	1
6 Практические приложения теории графов в машиностроении			2	2	2
7 Моделирование геометрических объектов. Алгебрологические геометрические модели	1			2	2
8 Математическая модель технического объекта на макроуровне	2			3	3
9 Математическое моделирование точности обработки деталей на станках			3	2	2
10 Экспериментальный метод построения моделей технологических объектов	1			2	2
11 Решение приближенных математических моделей на микроуровне.	2		2	2	2
12 Математическая модель технического объекта на метауровне	1			2	2
13 Оптимизация технологических процессов и технических решений в машиностроении	2			2	2
14 Задачи теории расписаний и алгоритмы их решения			3		
15 Использование методов математического программирования при решении технологических задач			2	2	2
16 Линейное и динамическое программирование	1			2	2
17 Статистические методы в технологических исследованиях	1			2	2
ИТОГО:	15		15	30	30

Перечень лабораторных занятий

- 1 Классификация и иерархия математических моделей
- 2 Методы построения ММ технологических объектов
- 3 Практические приложения теории графов в машиностроении
- 4 Математическое моделирование точности обработки деталей на станках
- 5 Решение приближенных математических моделей на микроуровне
- 6 Задачи теории расписаний и алгоритмы их решения

7 Использование методов математического программирования при решении технологических задач

Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1 Основные понятия и определения в области математического моделирования технологических процессов. Виды и способы проектирования математических моделей технологических процессов	Углубление знаний по данной теме	Опрос студентов по теме	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,5,7,12]
2 Классификация и иерархия математических моделей	Углубление знаний по данной теме	Опрос студентов по теме. Решение задач согласно выданному заданию	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования Разбор практических примеров	[1,3,8,12,14]
3 Методы построения ММ технологических объектов	Углубление знаний по данной теме	Решение задач согласно выданному заданию.	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования Разбор практических примеров	[1,3,7,8,9,12]
4 Особенности построения структуры математических моделей технологических процессов	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,3,7,8,9,12]
5 Элементы теории графов	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада по данной теме Обсуждение	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых	[2,4,8,10,12]

		темы	вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	
6 Практические приложения теории графов в машиностроении	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,2,8,9,12,15,16]
7 Моделирование геометрических объектов. Алгебрологические геометрические модели	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада (реферата) по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[7,8,9,12,17]
8 Математическая модель технического объекта на макроуровне	Углубление знаний по данной теме	Решение задач согласно выданному заданию.	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования Разбор практических примеров	[1,5,7,8,9,12,14,15,17]
9 Математическое моделирование точности обработки деталей на станках	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,3,4,7,12,21]
10 Экспериментальный метод построения моделей технологических объектов	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[2,4,12,14,18,22]
11 Решение приближенных математических моделей на микроуровне.	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным	[2,4,12,14,18,22]

			объектам исследования	
12 Математическая модель технического объекта на метауровне	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада (реферата) по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,6,9,12,13,21,22]
13 Оптимизация технологических процессов и технических решений в машиностроении	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,6,9,12,13,21,22]
14 Использование методов математического программирования при решении технологических задач	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,6,9,12,13,21,22]
15 Линейное и динамическое программирование	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада (реферата) по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,7,8,9,11,12,13,21,24,25]
16 Статистические методы в технологических исследованиях	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,6,9,12,13,21,22]

Темы контрольных заданий для СРС

1. Понятие «моделирование». Цели и этапы моделирования
2. Виды и способы проектирования математических моделей технологических процессов
3. Классификация и типы ММ.
4. Основные составляющие математической модели технического объекта
5. Методика получения математических моделей элементов и устройств

6. Морфологическое описание проектируемого объекта
7. Функциональное описание проектируемого объекта
8. Методы морфологического анализа
9. Морфологический разбор станочного оборудования
10. Применение теории графов в морфологическом описании объекта проектирования
11. Элементы теории графов
12. Матрицы смежности и трансцендентности
13. Построение матрицы контуров и сечений
14. Практическое применение теории графов в машиностроении
15. Алгебрологические геометрические модели
16. Рецепторные геометрические модели
17. Способы моделирования геометрических свойств объекта
18. Типы геометрических объектов
19. Методы построения геометрических моделей
20. Назначение и вид функциональных моделей
21. Типичные технологические задачи решаемые, используя функциональные модели
22. Особенности построения ММ технического объекта на микроуровне.
23. Методы получения математических моделей на микро уровне.
24. Краевые задачи при проектировании технических объектов
25. Расчет тепловых режимов работы деталей и узлов конструкции
26. Уравнение напряженного состояния деталей конструкции
27. Тепловые явления при резании металла
28. Понятие упругой и пластической деформации
29. Описание температурного поля в сплошной среде
30. Краевые условия для решения уравнения теплопроводности
31. Способ решения приближенных математических моделей на микроуровне
32. Метод конечных элементов. Практическое применение.
33. Типы и виды конечных элементов. Назначение.
34. Применение МКЭ при расчете конструкций сложной формы
35. Принципы и особенности построения ММ процесса точения
36. Признак Даламбера при решении математической модели процесса точения (расточивания)
37. Принципы и особенности построения ММ процесса фрезерования
38. Математическая модель процесса фрезерования по подаче
39. Математическая модель процесса фрезерования против подачи
40. Особенности построения ММ процесса резьбонарезания
41. Математическая модель процесса резьбонарезания при наличии крутильных колебаний
42. Методы решения задачи процесса резьбонарезания
43. Подсистемы различной физической природы
44. Типы простейших элементов в задачах моделирования на макроуровне
45. Алгоритм составления структурной схемы для решения задач матема-

- тического моделирования на макроуровне
 46. Принцип построения топологических уравнений
 47. Построение эквивалентных схем технических объектов
 48. Описание сложных объектов на метауровне
 49. Применение моделей систем массового обслуживания
 50. Общие подходы к анализу ММ на метауровне

Критерии оценки знаний студентов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Цифровые эквиваленты буквенной оценки	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Оценка «А» (отлично) выставляется в том случае, если студент в течение семестра показал отличные знания по всем программным вопросам дисциплины, а также по темам самостоятельной работы, регулярно сдавал рубежные задания, проявлял самостоятельность в изучении теоретических и прикладных вопросов по основной программе изучаемой дисциплины, а также по внепрограммным вопросам.

Оценка «А-» (отлично) предполагает отличное знание основных законов и процессов, понятий, способность к обобщению теоретических вопросов дисциплины, регулярную сдачу рубежных заданий по аудиторной и самостоятельной работе.

Оценка «В+» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие и отличные знания по вопросам дисциплины, регулярно сдавал семестровые задания в основном на «отлично» и некоторые на «хорошо».

Оценка «В» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие знания по вопросам, раскрывающим основное содержание конкретной темы дисциплины, а также темы самостоятельной работы, регулярно

сдавал семестровые задания на «хорошо» и «отлично».

Оценка «В-»(хорошо) выставляется студенту в том случае, если он хорошо ориентируется в теоретических и прикладных вопросах дисциплины как по аудиторным, так и по темам СРС, но нерегулярно сдавал в семестре рубежные задания и имел случаи пересдачи семестровых заданий по дисциплине.

Оценка «С+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «хорошо» и «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если студент в течение семестра регулярно сдавал семестровые задания, но по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет минимальным объемом знаний, а также допускал пропуски занятий.

Оценка «F» (неудовлетворительно) выставляется тогда, когда студент практически не владеет минимальным теоретическим и практическим материалом аудиторных занятий и СРС по дисциплине, нерегулярно посещает занятия и не сдает вовремя семестровые задания.

Рубежный контроль проводится на 7,14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	% -ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Посещаемость	0,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,0
Конспекты лекций	2,0							*								*		4,0
Защита лабораторных работ	3,0			*		*		*	*	*		*		*				21
Модуль	10,0							*								*		20

СРС	1,5		*			*		*		*		*		*		9
Экзамен																40
Всего по аттестациям							28,3							31,3	0,4	60
Итого																100

Политика и процедуры

При изучении студентами дисциплины «Математическое моделирование технологических процессов» необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. На занятиях не отвлекаться на посторонние вещи и не отвлекать других.
4. Активно участвовать в учебном процессе.
5. Выполнять все задания, готовиться по всем видам контроля.
6. Своевременно сдавать на проверку работы и защищать их.
7. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателя

Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О. автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательство, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
Основная литература				
В.А. Трудоношин, Н.В. Пивоварова Под ред. И.П. Норенкова	Математическое моделирование технических объектов	- М.: Высшая школа.,2006	12	1
Н.М. Капустин, Г.Н. Васильев Под ред. Н.М. Капустина	Автоматизация машиностроения	- М.: Высшая школа.,2003	12	1
З. М.Н. Боголюбова	Системный анализ и математическое моделирование в машиностроении	– Томск: издательство Томского политехнического университета ,2010.	10	1

4. Курков С. В.	Метод конечных элементов в задачах динамики механизмов и приводов	СПб.: Политехника, 2002.	3	1
5. Крищенко А.П..	Математическое моделирование в технике	- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.	4	1
6. Левин А. И.	Математическое моделирование в исследованиях и проектировании станков	- М. : Машиностроение, 2002.	8	1
7. Норенков И. П.	Основы автоматизированного проектирования	- М. : МГТУ им. Баумана, 2002.	4	1
8.Севастьянов П. В.	Многокритериальная идентификация и оптимизация технологических процессов	- Минск : Наука и техника , 2000.	12	1
9. Соснин О. М.	Основы автоматизации технологических процессов и производств:	- М.: АCADEMIA, 2007	4	1
10. Сихимбаев М.Р.	Математическое моделирование в машиностроении	- Караганда : КарГТУ, 2009.	60	5
11. Тарасов В. С.	Моделирование технологических процессов с распределенными параметрами	Л. : ЛПИ, 2000	10	1
12. Тихонов А. Н.	Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении	- М. : Машиностроение, 2000.	10	1

13. Под ред. В.И. Мяченкова	Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов	- М. : Машиностроение, 2001	12	1
Дополнительная литература				
14. Ефимов В.В.	Статистические методы управления качеством продукции	- Ульяновск: УлГТУ, 2003.	8	1
15 Колесов И.М.:	Основы технологии машиностроения	- М. : Высш. шк., 2001	7	1
16. Под ред. А.М. Дальского	Справочник технолога-машиностроителя	- М. : Машиностроение-1, 2003	14	2
17. Под ред. Ю. М. Соломенцева.	Проектирование технологии автоматизированного машиностроения	- М. : Высш. шк., 1999.	8	1
18.Под ред. А.М. Дальского.	Технология машиностроения	- М. : МГТУ, 2000.	10	1
19. Ковшов А. Н.	Технология машиностроения-	- М.: Машиностроение, 2001.	8	1
20. Солонин И.С	Расчет сборочных и технологических размерных цепей.	- М.: Машиностроение, 2004	6	1
21. Швоев В. Ф.	Технологическая подготовка производства	- Караганда: КарГТУ, 2005.	30	10
22. Под ред. Ю. М. Соломенцева	Технологические основы гибких производственных систем	- М.: Высш. шк., 2000.	6	1

График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
Сдача лабораторной работы №1	Методы построения ММ технологических объектов	[1,2,3,4,5]	2 недели	Текущий	3-ая неделя
Сдача ла-	Практические прило-				

лабораторной работы №2	решения теории графов в машиностроении	[1,2,3,4,5]	2 недели	Текущий	5-ая неделя
Сдача лабораторной работы №3	Математическая модель технического объекта на макроуровне	[1,2,3,4,5]	1 неделя	Текущий	7-ая неделя
Модуль 1	Закрепление теоретических знаний	[1,2,3,4,5,7,9] , конспект лекций	1 контактный час	Рубежный	7-ая неделя
Сдача лабораторной работы №4	Экспериментальный метод построения моделей технологических объектов	[1,2,3,4,5]	2 недели	Текущий	8-ая неделя
Сдача лабораторной работы №5	Решение приближенных математических моделей на микроуровне	[1,3,4,5,7,9]	1 неделя	Текущий	9-ая неделя
Сдача лабораторной работы №6	Оптимизация технологических процессов и технических решений в машиностроении	[1,2,6,7]	2 недели	Текущий	11-ая неделя
Сдача лабораторной работы №7	Использование методов математического программирования при решении технологических задач	[1,2,6,7]	2 недели	Текущий	13-ая неделя
Модуль 2	Закрепление теоретических знаний	[1-7,9] конспект лекций	1 контактный час	Рубежный	14-ая неделя
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие «моделирование». Цели и этапы моделирования
2. Виды и способы проектирования математических моделей технологических процессов
3. Классификация и типы ММ.
4. Основные составляющие математической модели технического объекта
5. Методика получения математических моделей элементов и устройств
6. Морфологическое описание проектируемого объекта
7. Функциональное описание проектируемого объекта
8. Методы морфологического анализа
9. Морфологический разбор станочного оборудования
10. Применение теории графов в морфологическом описании объекта проектирования

11. Элементы теории графов
12. Матрицы смежности и трансцендентности
13. Построение матрицы контуров и сечений
14. Практическое применение теории графов в машиностроении
15. Алгебрологические геометрические модели
16. Рецепторные геометрические модели
17. Способы моделирования геометрических свойств объекта
18. Типы геометрических объектов
19. Методы построения геометрических моделей
20. Назначение и вид функциональных моделей
21. Понятие «динамическое программирование».
22. Математические модели в форме трансцендентного уравнения
23. Математические модели стохастических процессов
24. Типичные технологические задачи решаемые, используя функциональные модели
25. Комплекс условий определяющие оптимальные режимы резания, исходя из экстремума целевой функции
26. Особенности построения ММ технического объекта на микроуровне.
27. Методы получения математических моделей на микро уровне.
28. Краевые задачи при проектировании технических объектов
29. Расчет тепловых режимов работы деталей и узлов конструкции
30. Общий способ решения краевых задач
31. Принцип определения оптимального маршрута обработки
32. Уравнение напряженного состояния деталей конструкции
33. Тепловые явления при резании металла
34. Понятие упругой и пластической деформации
35. Описание температурного поля в сплошной среде
36. Краевые условия для решения уравнения теплопроводности
37. Способ решения приближенных математических моделей на микроуровне
38. Метод сеток и его алгоритм
39. Метод конечных разностей. Практическое применение.
40. Метод конечных элементов. Практическое применение.
41. Типы и виды конечных элементов. Назначение.
42. Применение МКЭ при расчете конструкций сложной формы
43. Принципы и особенности построения ММ процесса течения
44. Краевые условия для решения уравнения процесса течения (растачивания)
45. Начальные условия для решения уравнения процесса течения (растачивания)
46. Признак Даламбера при решении математической модели процесса течения (растачивания)
47. Принципы и особенности построения ММ процесса фрезерования
48. Математическая модель процесса фрезерования по подаче
49. Математическая модель процесса фрезерования против подачи

50. Особенности построения ММ процесса резбонарезания
51. Математическая модель процесса резбонарезания при наличии крутильных колебаний
52. Методы решения задачи процесса резбонарезания
53. Подсистемы различной физической природы
54. Типы простейших элементов
55. Фазовые переменные для механической вращательной подсистемы
56. Алгоритм составления структурной схемы для решения задач математического моделирования на макроуровне
57. Принцип построения топологических уравнений
58. Построение эквивалентных схем технических объектов
59. Описание сложных объектов на метауровне
60. Применение моделей систем массового обслуживания
61. Общие подходы к анализу ММ на метауровне
62. Системы массового обслуживания
63. МКЭ, МКР – основные понятия
64. Квазигармоническое уравнения для двумерного случая
65. Уравнение Навье-Стокса

Гос. изд. лиц. № 50 от 31.03.2004 г. Подписано в печать
Формат 60x90/16
Усл.печ.л. п.л. Тираж экз. Заказ Цена договорная

Издательство Карагандинского государственного технического университета
100027, Караганда, б.Мира, 56